

**Family list****1** family member for: **JP10039292**

Derived from 1 application

**1 LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT****Inventor:** MAEDA HIROSHI**Applicant:** TOSHIBA ELECTRONIC ENG; TOKYO  
SHIBAURA ELECTRIC CO**EC:****IPC:** *G02F1/1335; G02F1/136; G02F1/1368* (+**Publication info:** **JP10039292 A** - 1998-02-13Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

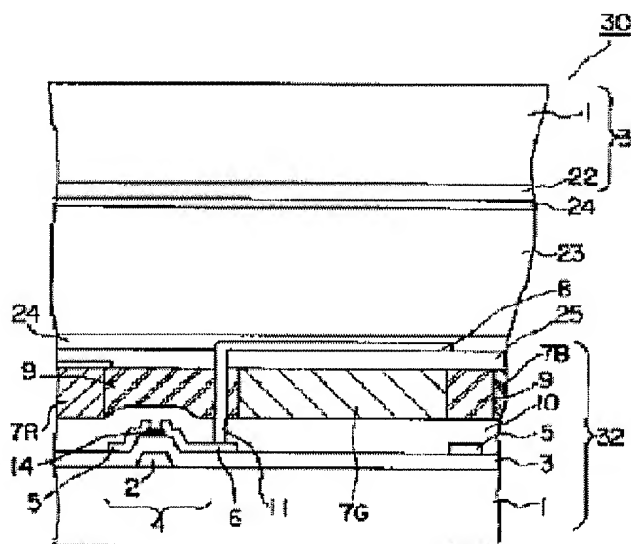
**LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT**

**Patent number:** JP10039292  
**Publication date:** 1998-02-13  
**Inventor:** MAEDA HIROSHI  
**Applicant:** TOSHIBA ELECTRONIC ENG; TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO  
**Classification:**  
- international: **G02F1/1335; G02F1/136; G02F1/1368; G02F1/13;**  
(IPC1-7): G02F1/1335; G02F1/136  
- european:  
**Application number:** JP19960194510 19960724  
**Priority number(s):** JP19960194510 19960724

**Report a data error here**

**Abstract of JP10039292**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the defect and malfunction of switching elements occurring in ions or elements, etc., included in a material used for formation of the color filters of a liquid crystal display element particularly forming the color filters on an array substrate.  
**SOLUTION:** The liquid crystal display element constituted by forming the color filters on the array substrate has a protective film 10 between the switching elements 4 and the color filter (colored layer 7 and light shielding film 9). The liquid crystal display element constituted by forming the color filters on a opposed substrate has the protective film 10 between the switching element 4 and org. resin film 12. When the protective film is formed to cover only the switching element 4, the degradation in the transmittance of pixel aperture is prevented.

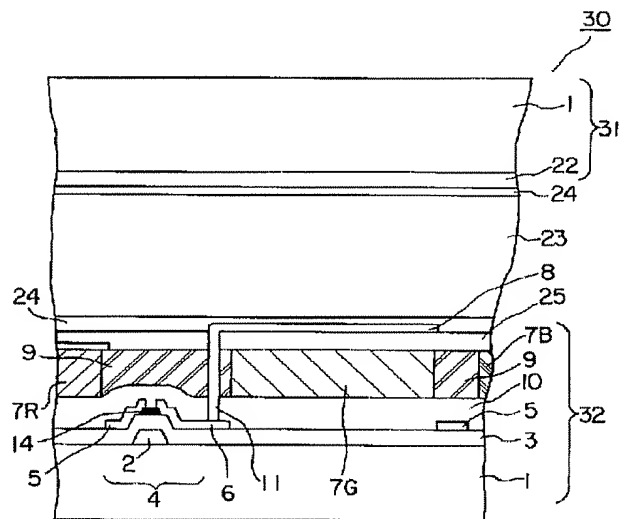


Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成10年(1998)2月13日

F I		
G02F	1/1335	505
	1/136	500



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】第 1 の透明基板と、

前記第 1 の透明基板上に交差するように形成された複数の  
の信号線及び走査線と、

前記信号線と前記走査線との交差部毎に配設されたスイ  
ッチング素子と、

前記スイッチング素子毎に配設された画素電極と、

前記スイッチング素子、前記信号線及び前記走査線が形  
成された前記第 1 の透明基板上に形成されたカラーフィ  
ルタと、

前記スイッチング素子、前記信号線及び前記走査線が形  
成された前記第 1 の透明基板と前記カラーフィルタとの  
間に形成された保護膜と、

第 2 の透明基板と、

前記第 2 の透明基板上に形成された対向電極と、

前記第 1 の透明基板と前記第 2 の透明基板との間に挟持  
された液晶層とを備えたことを特徴とする液晶表示素  
子。

【請求項 2】第 1 の透明基板と、

前記第 1 の透明基板上に交差するように形成された複数  
の信号線及び走査線と、

前記信号線と前記走査線との交差部毎に配設されたスイ  
ッチング素子と、

前記スイッチング素子毎に配設された画素電極と、

前記スイッチング素子、前記信号線及び前記走査線が形  
成された前記第 1 の透明基板上に形成された有機樹脂膜  
と、

前記スイッチング素子、前記信号線及び前記走査線が形  
成された前記第 1 の透明基板と前記有機樹脂膜との間に  
形成された保護膜と、

第 2 の透明基板と、

前記第 2 の透明基板上に形成された対向電極と、

前記第 1 の透明基板と前記第 2 の透明基板との間に挟持  
された液晶層とを備えたことを特徴とする液晶表示素  
子。

【請求項 3】第 1 の透明基板と、

前記第 1 の透明基板上に配設された走査線と、

前記走査線が形成された前記第 1 の透明基板上全面に形  
成された絶縁膜と、

前記絶縁膜上に配設され、前記走査線と共にスイッチン  
グ素子を構成する半導体層、信号線及びソース電極と、  
前記ソース電極に接続されて配設され、前記スイッチン  
グ素子により駆動される画素電極と、

前記スイッチング素子を覆って形成され、前記スイッ  
チング素子を保護する保護膜と、

前記保護膜が形成された前記絶縁膜上に形成された着色  
層と、

前記着色層上全面に形成された第 1 の配向膜と、

第 2 の透明基板と、

前記第 2 の透明基板上全面に形成された対向電極と、

前記対向電極上全面に形成された第 2 の配向膜と、

前記第 1 の配向膜と前記第 2 の配向膜との間に挟持され  
た液晶層とを備えたことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 4】請求項 3 に記載の液晶表示素子において、  
前記画素電極は、前記着色層に対応する位置に配設さ  
れ、前記着色層及び前記保護膜に開口されたスルーホー  
ルを介して前記ソース電極に接続されたものであること  
を特徴とする液晶表示素子。

【請求項 5】第 1 の透明基板と、

10 前記第 1 の透明基板上に配設された走査線と、

前記走査線が形成された前記第 1 の透明基板上全面に形  
成された絶縁膜と、

前記絶縁膜上に配設され、前記走査線と共にスイッチン  
グ素子を構成する半導体層、信号線及びソース電極と、  
前記ソース電極に接続されて配設され、前記スイッチン  
グ素子により駆動される画素電極と、

前記スイッチング素子を覆って形成され、前記スイッ  
チング素子を保護する保護膜と、

前記保護膜が形成された前記絶縁膜上に形成された有機  
樹脂膜と、

20 前記有機樹脂膜上全面に形成された第 1 の配向膜と、  
第 2 の透明基板と、

前記第 2 の透明基板上に形成された着色層と、

前記着色層上全面に形成された対向電極と、

前記対向電極上全面に形成された第 2 の配向膜と、

前記第 1 の配向膜と前記第 2 の配向膜との間に挟持され  
た液晶層とを備えたことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 6】請求項 2 又は 5 のいずれかに記載の液晶表  
示素子において、前記画素電極は、前記有機樹脂膜上に  
配設され、前記有機樹脂膜及び前記保護膜に開口された  
スルーホールを介して前記ソース電極に接続されたもの  
であることを特徴とする液晶表示素子。

30

【請求項 7】請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の液晶表  
示素子において、前記保護膜は、有機材料からなるもの  
であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 8】請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の液晶表  
示素子において、前記保護膜は、無機材料からなるもの  
であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 9】請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の液晶表  
示素子において、前記保護膜は、絶縁材料からなるもの  
であることを特徴とする液晶表示素子。

40

【請求項 10】請求項 9 に記載の液晶表示素子におい  
て、前記保護膜は、1 種類以上の酸化ケイ素を含む材料  
からなるものであることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 11】請求項 1 又は 2 のいずれかに記載の液晶  
表示素子において、前記保護膜は、少なくとも前記スイ  
ッチング素子、前記信号線、前記走査線のいずれかに対  
応した領域に形成されたものであることを特徴とする液  
晶表示素子。

50 【請求項 12】請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の液晶

表示素子において、前記保護膜は、前記第 1 の透明基板上全面に形成されたものであることを特徴とする液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は液晶表示素子に関し、特にアレイ基板上にカラーフィルタが形成された液晶表示素子に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】液晶表示素子の高精細化を実現するためには画素の高密度化を図る必要があるが、スイッチング素子や電極配線の占める面積を縮小するのは困難であり、画素電極の面積を減少せざるを得ない。特に、画素電極の構成のうち画面表示に寄与する画素開口部の面積が影響を受け易い。

【0003】そこで、画素開口部の面積を最大限に確保すべく、カラーフィルタをアレイ基板上に形成したアクティブマトリクス型液晶表示素子が提案されている。カラーフィルタをアレイ基板ではなく、対向基板上に形成した液晶表示素子においては、組立工程における組立誤差等を考慮して設計が行われるため、画素開口部の面積を最大限に確保することができなかった。これに対し、カラーフィルタをアレイ基板上に形成したアクティブマトリクス型液晶表示素子においては、画素開口部の配置に関しては組立誤差等を考慮する必要がないため、画素開口部の面積を最大限に確保することが可能となる。

【0004】図 5 は、カラーフィルタをアレイ基板上に形成したアクティブマトリクス型液晶表示素子における画素の一構成単位の平面図、図 6 は、図 5 の線 A A' に沿った断面構造図である。

【0005】アレイ基板 3 2 を構成する側の透明基板 1 上には走査線 2 が配設され、その上から全面に絶縁膜 3 が形成されている。絶縁膜 3 上の走査線 2 に対応する所定位置には半導体層 1 4、信号線 5、ソース電極 6 が配設され、スイッチング素子 4 を構成している。スイッチング素子 4、電極配線等が配設されている部分上には黒色着色層等からなる遮光膜 9 が形成されており、スイッチング素子 4、電極配線等が配設された部分以外の部分上には各色のカラーフィルタ 7 R、7 G、7 B が形成されている。各色のカラーフィルタ 7 R、7 G、7 B 上には画素電極 8 が形成されているが、この画素電極 8 への電圧印加は、スイッチング素子 4 によって行われるため、画素電極は遮光膜 9 の一部を貫通してソース電極 6 に接続されている。さらに、最上層として配向膜 2 4 が形成されている。一方、対向基板 3 1 を構成する側の透明電極 1 上には、対向電極 2 2、配向膜 2 4 が順次全面に形成されている。

【0006】対向基板 3 1 及びアレイ基板 3 2 の配線電極等が形成された対向面を相互に対向させて組み立てられた液晶セルに液晶層 2 3 が封入されて液晶表示素子 3

0 が構成されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したカラーフィルタをアレイ基板上に形成したアクティブマトリクス型液晶表示素子においては、カラーフィルタの形成に用いられる顔料又は染料、インキ等に含まれているイオン又は元素等、例えば、銅イオンや亜鉛イオン等が、アレイ基板上のスイッチング素子の構成部分に浸入し、スイッチング素子を誤動作させて表示品質を損なうという問題点があった。

【0008】本発明は上記問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、カラーフィルタをアレイ基板上に形成したアクティブマトリクス型液晶表示素子において、カラーフィルタの形成に用いられる顔料又は染料、インキ等に含まれているイオン又は元素等に起因するスイッチング素子の不良、誤動作を防止することが可能な構成の液晶表示素子を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明に係る液晶表示素子によれば、スイッチング素子、信号線及び走査線が形成された第 1 の透明基板とカラーフィルタとの間に形成された保護膜を備えたことを特徴とし、この構成により、カラーフィルタの形成に用いられる顔料又は染料、インキ等に含まれているイオン又は元素等に起因するスイッチング素子の不良、誤動作を防止することができる。

【0010】また、本発明に係る液晶表示素子の他の構成によれば、スイッチング素子、信号線及び走査線が形成された第 1 の透明基板と有機樹脂膜との間に形成された保護膜を備えたことを特徴とし、この構成により、有機樹脂膜を形成する過程で有機樹脂膜を焼成する際に発生する腐食性ガス、例えば、塩酸ガス等に起因するスイッチング素子の不良、誤動作を防止することができる。

【0011】さらに、以上の各液晶表示素子において、保護膜をスイッチング素子のみを覆うように形成した場合には、同様の効果を得ながら画素開口部の透過率の低下を防止することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明に係る液晶表示素子の実施の形態について説明する。

【0013】図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る液晶表示素子の断面構造図である。本発明の第 1 の実施の形態に係る液晶表示素子を平面図に表した場合における構成は図 5 の構成と同様であり、図 1 は、その場合の図 5 の線 A A' に沿った断面構造図である。

【0014】アレイ基板 3 2 を構成する側の透明基板 1 上には走査線 2 が配設され、その上から全面に絶縁膜 3 が形成されている。絶縁膜 3 上の走査線 2 に対応する所定位置には半導体層 1 4、信号線 5、ソース電極 6 が配設され、スイッチング素子 4 を構成している。そして、

これらを覆って全面に保護膜 1 0 が形成されている。この保護膜 1 0 を形成したことが、本発明に係る液晶表示素子の特徴である。保護膜 1 0 は、エポキシ樹脂、アクリル樹脂等の透明な樹脂により形成されている。但し、スイッチング素子、電極配線等が形成された部分上については保護膜 1 0 は透明なものでもなくとも良い。保護膜 1 0 上のスイッチング素子 4、電極配線等に対応した部分には黒色着色層、金属膜等からなる遮光膜 9 が形成されており、スイッチング素子 4、電極配線等が配設された部分以外の部分上には各色の着色層 7 R、7 G、7 B が形成されている。さらに、着色層 7（符号 7 は、符号 7 R、7 G、7 B の総称とする。）及び遮光膜 9 からなるカラーフィルタ上にはオーバーコート層 2 5 が形成されている。オーバーコート層 2 5 上の着色層 7 R、7 G、7 B に対応した部分には画素電極 8 が形成されているが、この画素電極 8 への電圧印加は、スイッチング素子 4 によって行われるため、画素電極は、保護膜 1 0、遮光膜 9、オーバーコート層 2 5 の一部を貫通してソース電極 6 に接続されている。さらに、最上層として配向膜 2 4 が形成されている。一方、対向基板 3 1 を構成する側の透明電極 1 上には、対向電極 2 2、配向膜 2 4 が順次全面に形成されている。

【0015】対向基板 3 1 及びアレイ基板 3 2 の配線電極等が形成された対向面を相互に対向させて組み立てられた液晶セルに液晶層 2 3 が封入されて、本発明の第 1 の実施の形態に係る液晶表示素子 3 0 が構成されている。

【0016】本発明の第 1 の実施例に係る液晶表示素子 3 0 は、スイッチング素子 4 とカラーフィルタとの間に保護膜 1 0 を備えているので、カラーフィルタの形成に用いられる顔料又は染料、インキ等に含まれているイオン又は元素等に起因するスイッチング素子の不良、誤動作を防止することができる。

【0017】同様の効果を得ながら画素開口部の透過率の低下を防止するためには、保護膜 1 0 は、スイッチング素子 4 のみを覆うように形成しても良い。

【0018】尚、配向膜 2 4、液晶層 2 3 への悪影響は、オーバーコート層 2 5 によって防止することができる。また、オーバーコート層 2 5 は樹脂等で形成することにより、平滑層として機能させることができる。あるいは、オーバーコート層 2 5 としてシリコン酸化膜（SiO<sub>2</sub> 膜）を形成することにより、画素電極パターンニング時における着色層等のしわの発生又は画素電極のクラックの発生を防止することができる。この場合の着色層等のしわの発生又は画素電極のクラックの発生は、画素電極の材料と着色層等の材料との熱膨張率の差から、画素電極パターンニング時における加熱工程において生ずる現象である。従って、画素電極を着色層（その他の有機樹脂層を含む）上に直接形成せずに、シリコン酸化膜からなるオーバーコート層 2 5 を介して形成することによ

り、着色層等のしわの発生又は画素電極のクラックの発生を防止することができる。さらに、オーバーコート層 2 5 は、上記 2 種類のを組み合わせて、平滑層としての樹脂層及びシリコン酸化膜からなる 2 層構造のものとしても良い。

【0019】以下、本発明の第 1 の実施の形態に係る液晶表示素子の具体的な製造方法の一例について説明する。

【0020】アレイ基板 3 2 は以下のように作製する。

10 【0021】透明基板 1 として厚さ 0.7 mm のソーダ石灰ガラス（ソーダライムガラス）又は厚さ 1.1 mm の無アルカリガラスを用い、この透明基板 1 上に複数の走査線 2 を形成し、その上から全面に絶縁膜 3 を形成する。絶縁膜 3 上における走査線 2 が形成された方向と直行する方向に複数の信号線 5 を形成し、これらの走査線 2 及び信号線 5 の交差部ごとに、ソース電極 6 を形成してスイッチング素子 4 を構成する。絶縁膜 3 上の交差部となるべき各位置には、スイッチング素子 4 を構成する半導体層 1 4 を、信号線 5 及びソース電極 6 を形成する前に予めそれぞれ形成しておく。

20 【0022】スイッチング素子 4 を形成後、エポキシ樹脂、アクリル樹脂等の透明な樹脂により保護膜 1 0 を形成する。保護膜 1 0 の材料として、硬化剤が無水酸系硬化剤であるビスフェノール A 型のエポキシ樹脂を用い、スピンコートにより厚さ 1 μm 以下に塗布して硬化させ、保護膜 1 0 を形成する。ここでは保護膜 1 0 の材料としてエポキシ樹脂を用いたが、カラーフィルタを形成する樹脂材料と同一の材料を用いるとより良い。その他、保護膜 1 0 の材料は、有機材料、無機材料のいずれでも良いが、無機材料の方が薄い膜を形成し易いため、透過率を向上させる上で有利である。無機材料としては、窒化ケイ素、酸化ケイ素等を含む材料を用いることができる。保護膜の厚さは薄い方がよいが、保護膜として有効に機能させるためには、100 オングストローム以上の厚さが必要である。保護膜は、上述のようにスピンコートのほか、浸漬コーティング、スパッタ等によって形成しても良い。

30 【0023】保護膜 1 0 を形成後、遮光膜 9 及び着色層 7 からなるカラーフィルタを以下のように形成する。まず、遮光膜 9 を形成するため、アルカリ現像可能な光硬化型アクリル樹脂にカーボンブラックを分散させた材料をスピナにより塗布する。塗布した材料を 90℃の温度で約 10 分間乾燥させた後、所定のパターン形状のフォトリソマスクを用いて 300 mJ/cm<sup>2</sup> の露光量で露光する。露光後、pH 11.5 のアルカリ溶液を用いて現像し、さらに、200℃の温度で約 1 時間焼成を行って膜厚 2.0 μm の格子状パターンの遮光膜 9 を形成する。

40 【0024】赤色着色層 7 R を形成するため、遮光膜 9 を形成した透明基板 1 上に、アルカリ現像可能な赤色着

色レジストCR-2000（；商品名、富士ハントテクノロジー（株））をスピナにより塗布し、仮焼成する。これを赤色着色層パターンが形成されたマスクを用いて100mj/cm<sup>2</sup>の露光量で露光した後、pH11.5の現像液を用いて現像する。その後、200℃の温度で約1時間焼成し、膜厚2.0μmの赤色着色層7Rを形成する。

【0025】次に、緑色着色層7Gを形成するため、遮光膜9を形成した透明基板1上に、アルカリ現像可能な緑色着色レジストCG-2000（；商品名、富士ハントテクノロジー（株））をスピナにより塗布し、仮焼成する。これを緑色着色層パターンが形成されたマスクを用いて100mj/cm<sup>2</sup>の露光量で露光した後、pH11.5の現像液を用いて現像する。その後、200℃の温度で約1時間焼成し、膜厚2.0μmの緑色着色層7Gを形成する。

【0026】同様に、青色着色層7Bを形成するため、遮光膜9を形成した透明基板1上に、アルカリ現像可能な青色着色レジストCB-2000（；商品名、富士ハントテクノロジー（株））をスピナにより塗布し、仮焼成する。これを青色着色層パターンが形成されたマスクを用いて100mj/cm<sup>2</sup>の露光量で露光した後、pH11.5の現像液を用いて現像する。その後、200℃の温度で約1時間焼成し、膜厚2.0μmの青色着色層7Bを形成し、カラーフィルタを形成する。

【0027】カラーフィルタ形成後、オーバーコート層25を形成するため、カラーフィルタ上全面にアクリル系樹脂を2μmの厚さとなるようにスピナを用いて塗布する。スピナによりスピコートを行うことにより、塗布されたアクリル系樹脂は平坦化される。アクリル系樹脂はスピコートによる塗布ではなく、スクリーン印刷を行っても良い。塗布されたアクリル系樹脂を250度の温度で熱処理することにより硬化させ、オーバーコート層25を形成する。

【0028】オーバーコート層25を形成後、保護膜10及び遮光膜9、オーバーコート層25にスルーホール11を開口し、このスルーホール11中にITOからなる電極配線を形成し、オーバーコート層25上の着色層7に対応する部分に形成する画素電極8と接続して導通させる。

【0029】画素電極8が形成されたオーバーコート層25上全面にポリイミドからなる配向膜24を形成すると、アレイ基板32が完成する。

【0030】一方、対向基板31は以下のように作製する。

【0031】アレイ基板32と同じ透明基板1を用い、この透明基板1上全面にITOからなる対向電極22を全面に形成し、その対向電極22上全面にポリイミドからなる配向膜24を形成すると、対向基板31が完成する。

【0032】以上のようにそれぞれ作製したアレイ基板32と対向基板31とを、それぞれの対向面が対向するように配置し、液晶注入部以外の基板周縁部に形成したシール材により両基板を貼り合わせる。その後、液晶注入部から液晶を注入して液晶層23とし、液晶注入部を紫外線硬化型樹脂で封止して第1の実施の形態に係る液晶表示素子30が完成する。

【0033】以上のように作製した本発明の第1の実施例に係る液晶表示素子30は、上述したように、スイッチング素子4とカラーフィルタとの間に保護膜10を備えているので、カラーフィルタの形成に用いられる顔料又は染料、インキ等に含まれているイオン又は元素等に起因するスイッチング素子の誤動作を防止することができる。また、製造工程中においても、カラーフィルタ形成時に用いる現像液によってスイッチング素子や配線が侵され不良発生の原因とならないよう、スイッチング素子や配線に対応した領域に保護膜10を形成する効果がある。

【0034】図2は、本発明の第2の実施の形態に係る液晶表示素子の断面構造図である。本発明の第2の実施の形態に係る液晶表示素子を平面図に表した場合における構成は図5の構成と同様であり、図2は、その場合の図5の線AA'に沿った断面構造図である。

【0035】アレイ基板32を構成する側の透明基板1上には走査線2が配設され、その上から全面に絶縁膜3が形成されている。絶縁膜3上の走査線2に対応する所定位置には半導体層14、信号線5、ソース電極6が配設され、スイッチング素子4を構成している。また、絶縁膜3上の所定位置には画素電極8が形成されており、この画素電極8はスイッチング素子4のソース電極6に接続され、スイッチング素子4によって駆動される。画素電極8が形成される所定位置は、後述するカラーフィルタの各着色層7に対応する位置である。そして、これらを覆って全面に保護膜10が形成されている。第1の実施の形態と同様に、この保護膜10を形成したことが本発明に係る液晶表示素子の特徴である。保護膜10は、エポキシ樹脂、アクリル樹脂等の透明な樹脂により形成されている。但し、スイッチング素子、電極配線等が形成された部分上については保護膜10は透明なものでなくても良い。保護膜10上のスイッチング素子4、電極配線等に対応した部分には黒色着色層、金属膜等からなる遮光膜9が形成されており、スイッチング素子4、電極配線等が配設された部分以外の部分上には各色の着色層7R、7G、7Bが形成されている。着色層7（符号7は、符号7R、7G、7Bの総称とする。）及び遮光膜9からなるカラーフィルタ上にはオーバーコート層25が形成されており、さらに、最上層として配向膜24が形成されている。一方、対向基板31を構成する側の透明電極1上には、対向電極22、配向膜24が順次全面に形成されている。

【0036】対向基板31及びアレイ基板32の配線電極等が形成された対向面を相互に対向させて組み立てられた液晶セルに液晶層23が封入されて、本発明の第2の実施の形態に係る液晶表示素子30が構成されている。

【0037】本発明の第2の実施例に係る液晶表示素子30は、スイッチング素子4とカラーフィルタとの間に保護膜10を備えているので、カラーフィルタの形成に用いられる顔料又は染料、インキ等に含まれているイオン又は元素等に起因するスイッチング素子の不良、誤動作を防止することができる。

【0038】同様の効果を得ながら画素開口部の透過率の低下を防止するためには、保護膜10は、スイッチング素子4のみを覆うように形成しても良い。

【0039】尚、配向膜24、液晶層23への悪影響は、オーバーコート層25によって防止することができる。

【0040】以下、本発明の第2の実施の形態に係る液晶表示素子の具体的な製造方法の一例について説明する。

【0041】アレイ基板32は以下のように作製する。

【0042】透明基板1として厚さ0.7mmのソーダ石灰ガラス（ソーダライムガラス）又は厚さ1.1mmの無アルカリガラスを用い、この透明基板1上に複数の走査線2を形成し、その上から全面に絶縁膜3を形成する。絶縁膜3上における走査線2が形成された方向と直行する方向に複数の信号線5を形成し、これらの走査線2及び信号線5の交差部ごとに、ソース電極6を形成してスイッチング素子4を構成する。絶縁膜3上の交差部となるべき各位置には、スイッチング素子4を構成する半導体層14を、信号線5及びソース電極6を形成する前に予めそれぞれ形成しておく。さらに、各スイッチング素子4ごとに対応して、所定位置にITOからなる画素電極8を形成し、画素電極8はスイッチング素子4のソース電極6に接続する。

【0043】スイッチング素子4及び画素電極8を形成後、エポキシ樹脂、アクリル樹脂等の透明な樹脂により保護膜10を形成する。保護膜10の材料として、硬化剤が無水酸系硬化剤であるビスフェノールA型のエポキシ樹脂を用い、スピンコートにより厚さ1μm以下に塗布して硬化させ、保護膜10を形成する。ここでは保護膜10の材料としてエポキシ樹脂を用いたが、カラーフィルタを形成する樹脂材料と同一の材料を用いるとより良い。その他、保護膜10の材料は、有機材料、無機材料のいずれでも良いが、無機材料の方が薄い膜を形成し易いため、透過率を向上させる上で有利である。本実施の形態においては、着色層の下に画素電極が形成されるため、第1の実施の形態と比較すると、画素電極と対向電極との間の容量が低下するので、保護膜10はより薄い膜であることが望ましい。無機材料としては、窒化ケ

イ素、酸化ケイ素等を含む材料を用いることができる。保護膜の厚さは薄い方がよいが、保護膜として有効に機能させるためには、100オングストローム以上の厚さが必要である。保護膜は、上述のようにスピンコートのほか、浸漬コーティング、スパッタ等によって形成しても良い。

【0044】保護膜10を形成後、遮光膜9及び着色層7からなるカラーフィルタを以下のように形成する。まず、遮光膜9を形成するため、アルカリ現像可能な光硬化型アクリル樹脂にカーボンブラックを分散させた材料をスピナにより塗布する。塗布した材料を90℃の温度で約10分間乾燥させた後、所定のパターン形状のフォトマスクを用いて300mj/cm<sup>2</sup>の露光量で露光する。露光後、pH11.5のアルカリ溶液を用いて現像し、さらに、200℃の温度で約1時間焼成を行って膜厚2.0μmの格子状パターンの遮光膜9を形成する。

【0045】赤色着色層7Rを形成するため、遮光膜9を形成した透明基板1上に、アルカリ現像可能な赤色着色レジストCR-2000（；商品名、富士ハントテクノロジー（株））をスピナにより塗布し、仮焼成する。これを赤色着色層パターンが形成されたマスクを用いて100mj/cm<sup>2</sup>の露光量で露光した後、pH11.5の現像液を用いて現像する。その後、200℃の温度で約1時間焼成し、膜厚2.0μmの赤色着色層7Rを形成する。

【0046】次に、緑色着色層7Gを形成するため、遮光膜9を形成した透明基板1上に、アルカリ現像可能な緑色着色レジストCG-2000（；商品名、富士ハントテクノロジー（株））をスピナにより塗布し、仮焼成する。これを緑色着色層パターンが形成されたマスクを用いて100mj/cm<sup>2</sup>の露光量で露光した後、pH11.5の現像液を用いて現像する。その後、200℃の温度で約1時間焼成し、膜厚2.0μmの緑色着色層7Gを形成する。

【0047】同様に、青色着色層7Bを形成するため、遮光膜9を形成した透明基板1上に、アルカリ現像可能な青色着色レジストCB-2000（；商品名、富士ハントテクノロジー（株））をスピナにより塗布し、仮焼成する。これを青色着色層パターンが形成されたマスクを用いて100mj/cm<sup>2</sup>の露光量で露光した後、pH11.5の現像液を用いて現像する。その後、200℃の温度で約1時間焼成し、膜厚2.0μmの青色着色層7Bを形成し、カラーフィルタを形成する。

【0048】カラーフィルタ形成後、オーバーコート層25を形成するため、カラーフィルタ上全面にアクリル系樹脂を2μmの厚さとなるようにスピナを用いて塗布する。スピナによりスピンコートを行うことにより、塗布されたアクリル系樹脂は平坦化される。アクリル系樹脂はスピンコートによる塗布ではなく、スクリー



ン印刷を行っても良い。塗布されたアクリル系樹脂を 250 度の温度で熱処理することにより硬化させ、オーバーコート層 25 を形成する。さらに、オーバーコート層 25 上全面にポリイミドからなる配向膜 24 を形成すると、アレイ基板 32 が完成する。

【0049】一方、対向基板 31 は以下のように作製する。

【0050】アレイ基板と同じ透明基板 1 を用い、この透明基板 1 上全面に ITO からなる対向電極 22 を全面に形成し、その対向電極 22 上全面にポリイミドからなる配向膜 24 を形成すると、対向基板 31 が完成する。

【0051】以上のようにそれぞれ作製したアレイ基板 32 と対向基板 31 とを、それぞれの対向面が対向するように配置し、液晶注入部以外の基板周縁部に形成したシール材により両基板を貼り合わせる。その後、液晶注入部から液晶を注入して液晶層 23 とし、液晶注入部を紫外線硬化型樹脂で封止して第 2 の実施の形態に係る液晶表示素子 30 が完成する。

【0052】以上のように作製した本発明の第 2 の実施例に係る液晶表示素子 30 は、上述したように、スイッチング素子 4 とカラーフィルタとの間に保護膜 10 を備えているので、カラーフィルタの形成に用いられる顔料又は染料、インキ等に含まれているイオン又は元素等に起因するスイッチング素子の誤動作を防止することができる。

【0053】図 3 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る液晶表示素子の断面構造図である。本発明の第 3 実施の形態に係る液晶表示素子を平面図に表した場合における構成は図 5 の構成と同様であり、図 3 は、その場合の図 5 の線 AA' に沿った断面構造図である。

【0054】第 3 の実施の形態に係る液晶表示素子は、上述の第 1 及び第 2 の実施の形態に係る液晶表示素子と異なり、カラーフィルタがアレイ基板ではなく対向基板上に形成された構成となっている。

【0055】アレイ基板 32 を構成する側の透明基板 1 上には走査線 2 が配設され、その上から全面に絶縁膜 3 が形成されている。絶縁膜 3 上の走査線 2 に対応する所定位置には半導体層 14、信号線 5、ソース電極 6 が配設され、スイッチング素子 4 を構成している。そして、これらを覆って全面に保護膜 10 が形成されている。第 3 の実施の形態においても、この保護膜 10 を形成したことが本発明に係る液晶表示素子の特徴である。保護膜 10 は、透明な無機材料により形成されている。但し、スイッチング素子、電極配線等が形成された部分上については保護膜 10 は透明なものでなくても良い。保護膜 10 上には全面に有機樹脂膜 12 が形成されており、有機樹脂膜 12 上の所定位置には画素電極 8 が形成されている。この画素電極 8 への電圧印加は、スイッチング素子 4 によって行われるため、画素電極は、保護膜 10、樹脂膜 12 一部を貫通してソース電極 6 に接続されてい

る。さらに、最上層として配向膜 24 が形成されている。

【0056】一方、対向基板 31 を構成する側の透明電極 1 上には、アレイ基板 32 上のスイッチング素子 4、電極配線等に対応した部分に黒色着色層、金属膜等からなる遮光膜 9 が形成されており、スイッチング素子 4、電極配線等が配設された部分以外の部分上に各色の着色層 7R、7G、7B が形成されている。各着色層 7R、7G、7B が形成される位置は、アレイ基板 32 上の画素電極 8 が形成される所定位置に対応している。さらに、着色層 7（符号 7 は、符号 7R、7G、7B の総称とする。）及び遮光膜 9 からなるカラーフィルタ上には、対向電極 22、配向膜 24 が順次全面に形成されている。

【0057】対向基板 31 及びアレイ基板 32 の配線電極等が形成された対向面を相互に対向させて組み立てられた液晶セルに液晶層 23 が封入されて、本発明の第 3 の実施の形態に係る液晶表示素子 30 が構成されている。

【0058】本発明の第 3 の実施例に係る液晶表示素子 30 は、スイッチング素子 4 と有機樹脂膜 12 との間に保護膜 10 を備えているので、有機樹脂膜を形成する過程で有機樹脂膜を焼成する際に発生する腐食性ガス、例えば、塩酸ガス等に起因するスイッチング素子の不良、誤動作を防止することができる。

【0059】同様の効果を得ながら画素開口部の透過率の低下を防止するためには、保護膜 10 は、スイッチング素子 4 のみを覆うように形成しても良い。

【0060】尚、第 3 の実施の形態においては、画素電極 8 が有機樹脂膜 12 上に直接形成されているが、有機樹脂膜 12 上にオーバーコート層を形成し、その上に画素電極 8 を形成しても良い。この場合もオーバーコート層を適当な材料で形成することにより、第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0061】以下、本発明の第 3 の実施の形態に係る液晶表示素子の具体的な製造方法の一例について説明する。

【0062】アレイ基板 32 は以下のように作製する。

【0063】透明基板 1 として厚さ 0.7 mm のソーダ石灰ガラス（ソーダライムガラス）又は厚さ 1.1 mm の無アルカリガラスを用い、この透明基板 1 上に複数の走査線 2 を形成し、その上から全面に絶縁膜 3 を形成する。絶縁膜 3 上における走査線 2 が形成された方向と直行する方向に複数の信号線 5 を形成し、これらの走査線 2 及び信号線 5 の交差部ごとに、ソース電極 6 等を形成してスイッチング素子 4 を構成する。絶縁膜 3 上の交差部となるべき各位置には、スイッチング素子 4 を構成する半導体層 14 を、信号線 5 及びソース電極 6 を形成する前に予めそれぞれ形成しておく。

【0064】スイッチング素子 4 を形成後、エポキシ樹

脂、アクリル樹脂等の透明な樹脂により保護膜 10 を形成する。第 3 の実施の形態においては、保護膜 10 の上に有機樹脂膜を形成するため、保護膜 10 の材料は無機材料に限定される。保護膜 10 の材料をスピンコートにより厚さ  $1\ \mu\text{m}$  以下に塗布して硬化させ、保護膜 10 を形成する。無機材料としては、窒化ケイ素、酸化ケイ素等を含む材料を用いることができる。保護膜の厚さは薄い方がよいが、保護膜として有効に機能させるためには、 $100\ \text{\AA}$  以上の厚さが必要である。保護膜は、上述のようにスピンコートのほか、浸漬コーティング、スパッタ等によって形成しても良い。

【0065】保護膜 10 を形成後、エポキシ樹脂、アクリル樹脂等の透明な樹脂により有機樹脂膜 12 を形成する。有機樹脂膜 12 の材料は、スピンコート、スクリーン印刷、浸漬コーティング等により塗布し、材料の種類に応じた条件で焼成を行う。この焼成の際、塩酸ガス等の腐食性ガスが発生するが、保護膜 10 が形成されているため、スイッチング素子 4 に不良が発生したり、後に誤動作が発生したりするのを防止することができる。

【0066】有機樹脂膜 12 を形成後、保護膜 10 及び有機樹脂膜 12 にスルーホール 11 を開口し、このスルーホール 11 中に ITO からなる電極配線を形成し、有機樹脂膜 12 上に形成する画素電極 8 と接続して導通させる。

【0067】画素電極 8 が形成された有機樹脂膜 12 上全面にポリイミドからなる配向膜 24 を形成すると、アレイ基板 32 が完成する。

【0068】一方、対向基板 31 は以下のように作製する。

【0069】アレイ基板と同じ透明基板 1 を用い、この透明基板 1 上に、遮光膜 9 及び着色層 7 からなるカラーフィルタを以下のように形成する。まず、遮光膜 9 を形成するため、アルカリ現像可能な光硬化型アクリル樹脂にカーボンブラックを分散させた材料をスピナにより塗布する。塗布した材料を  $90^\circ\text{C}$  の温度で約 10 分間乾燥させた後、所定のパターン形状のフォトマスクを用いて  $300\ \text{mJ}/\text{cm}^2$  の露光量で露光する。露光後、 $\text{pH}\ 11.5$  のアルカリ溶液を用いて現像し、さらに、 $200^\circ\text{C}$  の温度で約 1 時間焼成を行って膜厚  $2.0\ \mu\text{m}$  の格子状パターンの遮光膜 9 を形成する。

【0070】赤色着色層 7R を形成するため、遮光膜 9 を形成した透明基板 1 上に、アルカリ現像可能な赤色着色レジスト CR-2000 ( ; 商品名、富士ハントテクノロジー (株) ) をスピナにより塗布し、仮焼成する。これを赤色着色層パターンが形成されたマスクを用いて  $100\ \text{mJ}/\text{cm}^2$  の露光量で露光した後、 $\text{pH}\ 11.5$  の現像液を用いて現像する。その後、 $200^\circ\text{C}$  の温度で約 1 時間焼成し、膜厚  $2.0\ \mu\text{m}$  の赤色着色層 7R を形成する。

【0071】次に、緑色着色層 7G を形成するため、遮

光膜 9 を形成した透明基板 1 上に、アルカリ現像可能な緑色着色レジスト CG-2000 ( ; 商品名、富士ハントテクノロジー (株) ) をスピナにより塗布し、仮焼成する。これを緑色着色層パターンが形成されたマスクを用いて  $100\ \text{mJ}/\text{cm}^2$  の露光量で露光した後、 $\text{pH}\ 11.5$  の現像液を用いて現像する。その後、 $200^\circ\text{C}$  の温度で約 1 時間焼成し、膜厚  $2.0\ \mu\text{m}$  の緑色着色層 7G を形成する。

【0072】同様に、青色着色層 7B を形成するため、遮光膜 9 を形成した透明基板 1 上に、アルカリ現像可能な青色着色レジスト CB-2000 ( ; 商品名、富士ハントテクノロジー (株) ) をスピナにより塗布し、仮焼成する。これを青色着色層パターンが形成されたマスクを用いて  $100\ \text{mJ}/\text{cm}^2$  の露光量で露光した後、 $\text{pH}\ 11.5$  の現像液を用いて現像する。その後、 $200^\circ\text{C}$  の温度で約 1 時間焼成し、膜厚  $2.0\ \mu\text{m}$  の青色着色層 7B を形成し、カラーフィルタを形成する。

【0073】カラーフィルタ形成後、このカラーフィルタ上全面に ITO からなる対向電極 22 を全面に形成し、その対向電極 22 上全面にポリイミドからなる配向膜 24 を形成すると、対向基板 31 が完成する。

【0074】以上のようにそれぞれ作製したアレイ基板 32 と対向基板 31 とを、それぞれの対向面が対向するように配置し、液晶注入部以外の基板周縁部に形成したシール材により両基板を貼り合わせる。その後、液晶注入部から液晶を注入して液晶層 23 とし、液晶注入部を紫外線硬化型樹脂で封止して第 3 の実施の形態に係る液晶表示素子 30 が完成する。

【0075】以上のように作製した本発明の第 3 の実施例に係る液晶表示素子 30 は、上述したように、スイッチング素子 4 と有機樹脂膜 12 との間に保護膜 10 を備えているので、有機樹脂膜を形成する過程で有機樹脂膜を焼成する際に発生する腐食性ガス、例えば、塩酸ガス等に起因するスイッチング素子の不良、誤動作を防止することができる。

【0076】また、上記第 1 及び第 3 の実施の形態においては、保護膜、有機樹脂膜に開口されたスルーホールを介してスイッチング素子と画素電極とを接続しているため、信号線と画素電極との短絡等の発生を考慮せずに画素電極の形成領域を、例えば、信号線上にまで拡大することができ、画素領域を拡大することが可能となる。

【0077】図 4 は、本発明の第 4 の実施の形態に係る液晶表示素子の断面構造図である。本発明の第 4 の実施の形態に係る液晶表示素子を平面図に表した場合における構成は図 5 の構成と同様であり、図 4 は、その場合の図 5 の線 AA' に沿った断面構造図である。

【0078】アレイ基板 32 を構成する側の透明基板 1 上には黒色着色層、金属膜等からなる遮光膜 39 が配設され、その上から全面に、窒化シリコンからなるアンダーコート層 33 が形成されている。アンダーコート層 3

3 上の遮光膜 3 9 に対応する所定位置には多結晶シリコン層 3 4 が形成されており、この多結晶シリコン層 3 4 中にはソース領域 3 4 a 及びドレイン領域 3 4 b、チャネル領域 3 4 c が含まれている。そして、これらを覆って全面にゲート絶縁膜 3 5 が形成されている。ゲート絶縁膜 3 5 上におけるチャネル領域 3 4 c に対応する所定位置にはゲート電極 3 6 が形成されており、ゲート電極 3 6 及びゲート絶縁膜 3 5 を覆って全面に、酸化シリコンからなる絶縁膜 3 7 が形成されている。ソース領域 3 4 a 及びドレイン領域 3 4 b 上の絶縁膜 3 7 及びゲート絶縁膜 3 5 には開口部が開設され、各開口部にソース電極 3 8 a 及びドレイン電極 3 8 b が形成されている。ソース電極 3 8 a 及びドレイン電極 3 8 b が形成された絶縁膜 3 7 上全面に保護膜 1 0 が形成され、さらに保護膜 1 0 上には着色層 7 が形成されている。この保護膜 1 0 を形成したことが、本発明に係る液晶表示素子の特徴である。保護膜 1 0 は、エポキシ樹脂、アクリル樹脂等の透明な樹脂により形成されている。但し、スイッチング素子、電極配線等が形成された部分上については保護膜 1 0 は透明なものでなくても良い。着色層 7 上の画素部には画素電極 8 が形成されているが、この画素電極 8 への電圧印加を行うために、画素電極 8 は、着色層 7 及び保護膜 1 0 の一部を貫通して開口されたスルーホール 1 1 を介してソース電極 3 8 a に接続されている。さらに、最上層として配向膜 2 4 が形成されている。一方、対向基板 3 1 を構成する側の透明電極 1 上には、対向電極 2 2、配向膜 2 4 が順次全面に形成されている。

【0079】対向基板 3 1 及びアレイ基板 3 2 の配線電極等が形成された対向面を相互に対向させて組み立てられた液晶セルに液晶層 2 3 が封入されて、本発明の第 4 の実施の形態に係る液晶表示素子 3 0 が構成されている。

【0080】本発明の第 4 の実施例に係る液晶表示素子 3 0 は、スイッチング素子と着色層 7 との間に保護膜 1 0 を備えているので、着色層 7 の形成に用いられる顔料又は染料、インキ等に含まれているイオン又は元素等に起因するスイッチング素子の不良、誤動作を防止することができる。

【0081】同様の効果を得ながら画素開口部の透過率の低下を防止するためには、保護膜 1 0 は、スイッチング素子のみを覆うように形成しても良い。

【0082】以下、本発明の第 4 の実施の形態に係る液晶表示素子の具体的な製造方法の一例について説明する。

【0083】図 4 に示されるように、ガラスからなる基板 1 上にアモルファスシリコン (a-Si) 等からなる遮光膜 3 9 を形成し、その上に窒化シリコン等からなるアンダーコート層 3 3 を被覆する。アンダーコート層 3 3 上にアモルファスシリコン層をスパッタ法により成膜した後、レーザアニールにより多結晶シリコン層 3 4 と

し、所定のパターニングを施す。その上に、ゲート絶縁膜 3 5 を形成し、さらにモリブデンとタングステンとの合金 (MoW) 等からなるゲート電極 3 6 を形成し、所定のパターニングを施す。このゲート電極 3 6 をマスクとして、多結晶シリコン層 3 4 にイオンドープを行い、ソース領域 3 4 a 及びドレイン領域 3 4 b を形成する。その後、ゲート電極 3 6 及びゲート絶縁膜 3 5 上全面に酸化シリコン等からなる絶縁膜 3 7 を形成する。形成された絶縁膜 3 7 のソース領域 3 4 a 及びドレイン領域 3 4 b 上の部分にスルーホールを開口し、スルーホールを介して多結晶シリコン層 3 4 のソース領域 3 4 a 及びドレイン領域 3 4 b にそれぞれ電氣的に接続されるようにソース電極 3 8 a 及びドレイン電極 3 8 b を形成する。以上のようにして、薄膜トランジスタが形成される。

【0084】さらに、保護膜 1 0 を全面に形成し、保護膜 1 0 上には着色層 7 を形成する。形成された保護膜 1 0 及び着色層 7 のソース電極 3 8 a 上の部分にスルーホール 1 1 を開口し、スルーホール 1 1 を介してソース電極 3 8 a に電氣的に接続されるように、ITO 等からなる画素電極 8 を着色層 7 上の画素部に形成する。画素電極 8 が形成された着色層 7 上全面にポリイミドからなる配向膜 2 4 を形成すると、アレイ基板 3 2 が完成する。

【0085】一方、対向基板 3 1 は以下のように作製する。

【0086】アレイ基板 3 2 と同じ透明基板 1 を用い、この透明基板 1 上全面に ITO からなる対向電極 2 2 を全面に形成し、その対向電極 2 2 上全面にポリイミドからなる配向膜 2 4 を形成すると、対向基板 3 1 が完成する。

【0087】以上のようにそれぞれ作製したアレイ基板 3 2 と対向基板 3 1 とを、それぞれの対向面が対向するように配置し、液晶注入部以外の基板周縁部に形成したシール材により両基板を貼り合わせる。その後、液晶注入部から液晶を注入して液晶層 2 3 とし、液晶注入部を紫外線硬化型樹脂で封止して第 4 の実施の形態に係る液晶表示素子 3 0 が完成する。

【0088】以上のように作製した本発明の第 4 の実施例に係る液晶表示素子 3 0 は、上述したように、スイッチング素子と着色層 7 との間に保護膜 1 0 を備えているので、着色層 7 の形成に用いられる顔料又は染料、インキ等に含まれているイオン又は元素等に起因するスイッチング素子の誤動作を防止することができる。また、製造工程中においても、着色層 7 形成時に用いる現像液によってスイッチング素子や配線が侵され不良発生の原因とならないよう、スイッチング素子や配線に対応した領域に保護膜 1 0 を形成する効果がある。

【0089】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る液晶表示素子によれば、スイッチング素子、信号線及び走査線が形成された第 1 の透明基板とカラーフィルタとの間

に形成された保護膜を備えたものとしたので、カラーフィルタの形成に用いられる顔料又は染料、インキ等に含まれているイオン又は元素等に起因するスイッチング素子の不良、誤動作を防止することができる。

【0090】また、本発明に係る液晶表示素子の他の構成によれば、スイッチング素子、信号線及び走査線が形成された第1の透明基板と有機樹脂膜との間に形成された保護膜を備えたものとしたので、有機樹脂膜を形成する過程で有機樹脂膜を焼成する際に発生する腐食性ガス、例えば、塩酸ガス等に起因するスイッチング素子の不良、誤動作を防止することができる。

【0091】さらに、以上の各液晶表示素子において、保護膜をスイッチング素子のみを覆うように形成した場合には、同様の効果を得ながら画素開口部の透過率の低下を防止することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る液晶表示素子の断面構造図。

【図2】本発明の第2の実施の形態に係る液晶表示素子の断面構造図。

【図3】本発明の第3の実施の形態に係る液晶表示素子の断面構造図。

【図4】本発明の第4の実施の形態に係る液晶表示素子の断面構造図。

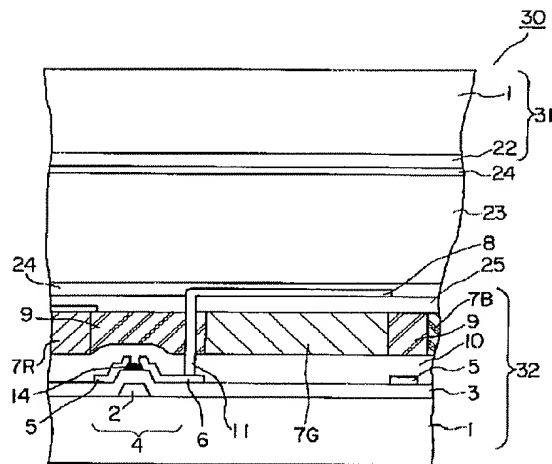
【図5】カラーフィルタをアレイ基板上に形成したアクティブマトリクス型液晶表示素子における画素の一構成単位の平面図。

【図6】従来のアクティブマトリクス型液晶表示素子の断面構造図。

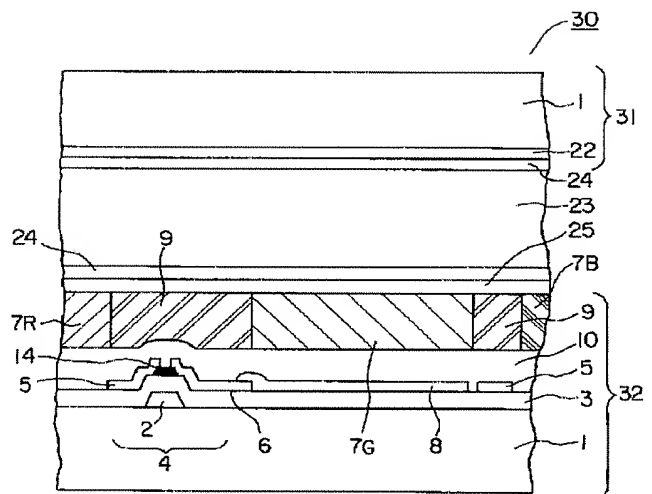
#### 【符号の説明】

- 1 透明基板
- 2 走査線
- 3、37 絶縁膜
- 4 スwitchング素子
- 5 信号線
- 6 ソース電極
- 7 着色層
- 8 画素電極
- 9、39 遮光膜
- 10 保護膜
- 11 スルーホール
- 12 有機樹脂膜
- 14 半導体層
- 22 対向電極
- 23 液晶層
- 24 配向膜
- 25 オーバーコート層
- 30 液晶表示素子
- 31 対向基板
- 32 アレイ基板
- 33 アンダーコート層
- 34 多結晶シリコン層
- 34a ソース領域
- 34b ドレイン領域
- 35 ゲート絶縁膜
- 36 ゲート電極
- 38a ソース電極
- 38b ドレイン電極

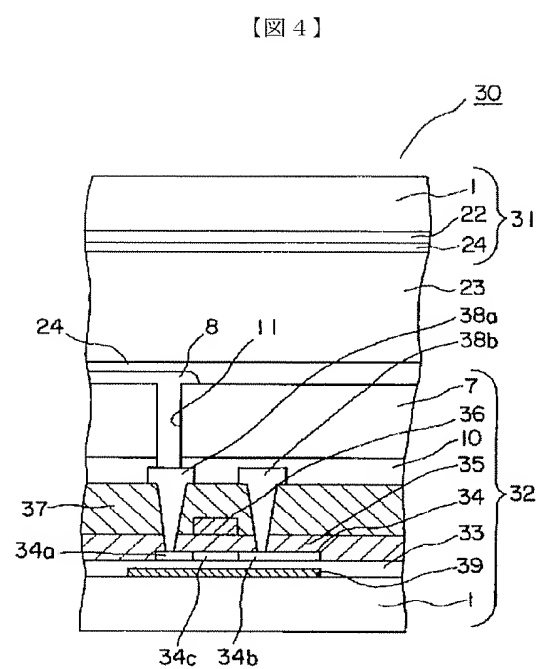
【図1】



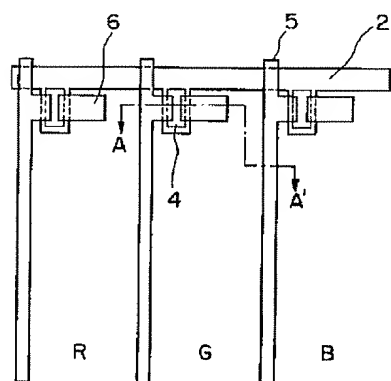
【図2】



【図 3】



【圖 5】



【図 6】

